

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-142751

(43)Date of publication of application : 11.06.1993

(51)Int.Cl.

G03F 1/08  
G03F 7/20  
H01L 21/027

(21)Application number : 03-329581

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 18.11.1991

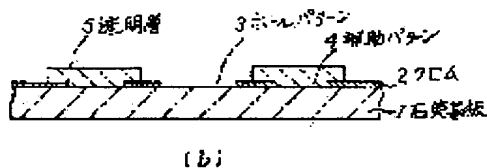
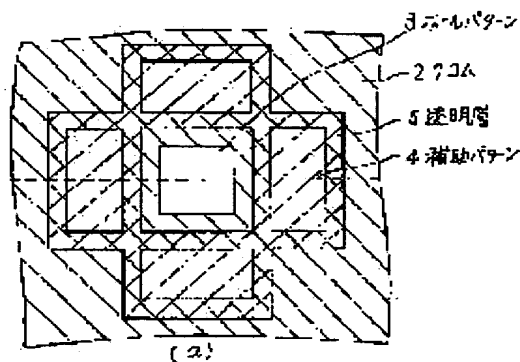
(72)Inventor : YASUSATO TADAO  
SOENOSAWA MASANORI

## (54) PHOTOMASK AND PROJECTION EXPOSURE METHOD

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide the auxiliary pattern type photomask for phase shift exposure which is easily manufactured.

CONSTITUTION: A hole pattern 3 and an auxiliary pattern 4 at its periphery are almost of the same size. A transparent layer 5 give light beams, passed through the hole pattern 3 and auxiliary pattern 4, a 230° phase difference. This photomask is used to expose a semiconductor substrate, which is coated with photoresist, to reduced projection light. The hole pattern 3 and auxiliary pattern 4 are almost of the same size, so the photoresist is transferred to normally up to the auxiliary pattern 4 at a focus position, but only the hole pattern 3 is emphasized and resolved by putting the semiconductor substrate away from the photomask.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-142751

(43)公開日 平成5年(1993)6月11日

(51)Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08	A	7369-2H		
7/20	5 2 1	7818-2H		
H 0 1 L 21/027		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 0 1 P
		7352-4M		3 1 1 L

審査請求 未請求 請求項の数2(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平3-329581

(22)出願日 平成3年(1991)11月18日

(71)出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72)発明者 安里 直生

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

(72)発明者 添ノ澤 正宜

東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

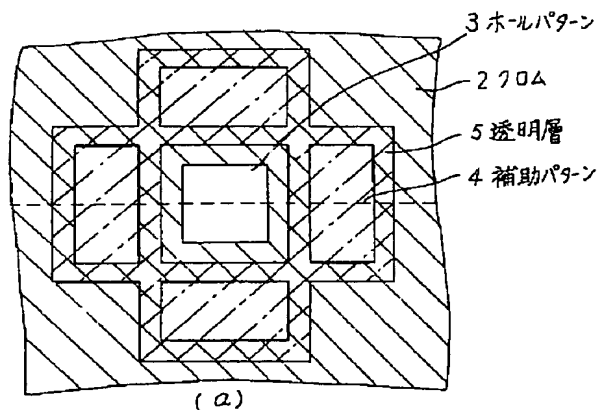
(74)代理人 弁理士 菅野 中

(54)【発明の名称】 フォトマスクおよび投影露光方法

(57)【要約】

【目的】 製造が容易な補助パターン方式の位相シフト露光用フォトマスクを提供する。

【構成】 ホールパターン3およびその周辺の補助パターン4は同程度の寸法となっている。透明層5はホールパターン3と補助パターン4を通る光に230°の位相差を生じさせている。このフォトマスクを用いて、フォトレジストの塗布された半導体基板上に縮小投影露光を行う。ホールパターン3と補助パターン4の寸法は同程度なので、通常焦点位置では補助パターン4までフォトレジストに転写されるが、焦点位置を半導体基板をフォトマスクから遠ざける方向にずらすことによりホールパターン3のみをより強調して解像させることができる。



(b)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 透明基板上に、遮光領域と透明領域とからなるパターンを形成したフォトマスクであって、第1の透明領域周辺に、露光装置の解像限界以上の寸法をもつ第2の透明領域を形成し、前記第1の透明領域及び第2の透明領域のどちらか一方に透明膜を形成し、前記第1の透明部と第2の透明部を透過する露光光に120°から170°あるいは190°から270°の位相差をもたせたものであることを特徴とするフォトマスク。

【請求項2】 透明基板上に遮光領域と透明領域によるパターンが形成されたフォトマスクを部分的コヒーレント光により透過照明し、レンズ系を通してフォトマスク上のパターンを結像させる投影露光方法であって、上記第1項のフォトマスクを用いて、フォトマスクパターンの結像焦点位置を制御し、上記第1の透明領域に対応するパターンのみを解像させることを特徴とする投影露光方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体素子製造のリソグラフィ工程で用いられるフォトマスクおよび投影露光方法に関し、特に位相シフト法のフォトマスクおよび投影露光方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】半導体集積回路の高集積・高密度化は、リソグラフィでの最小寸法の縮小化により続けられてきた。そして、光リソグラフィにおける最小寸法の縮小は、これまで主に露光装置における短波長化、投影レンズの高NA化により達成されてきた。現在、0.5μm

ルールのデバイスの製造も可能となっている。

【0003】しかし、露光装置の短波長化・高NA化により、解像力は向上するものの、反対に焦点深度は減少するため、焦点深度の確保がより重大な問題となってきた。そのため、これまでのような単純な短波長化・高NA化による解像力の向上は限界にきている。

【0004】光リソグラフィの限界を延ばし、次世代のデバイスを製造するための有力な方法として、位相シフト法がある。IBMあるいはNIKONによる位相シフト法(IEEE ED-29, No. 12, P1828, 1982, 特願昭55-136482号)では、隣接した透明領域を透過する光に互いに180°の位相差を与えることにより、露光装置の解像限界以下のパターンまで解像させるというものであった。そのため、これは繰り返しのない孤立パターンには適用できなかった。

【0005】これに対し、1984年に孤立パターンにも対応できる位相を制御し解像力を向上させる位相シフト法が提案された。ここでは、補助パターンを用いる方式(例えばMark D. Prouty, Andrew

R. Neureuther, SPIE Vol. 470, p228, 1984)について以下に図を用いて説明する。

【0006】図4は、従来の補助パターン方式の位相シフトマスクの断面図である。石英基板11上には、クロム及び酸化クロム等の1000Å程度の膜により遮光領域12および第1の透明領域13が形成されている。また第1の透明領域13に隣接して露光装置の解像限界以下の寸法(一般の5倍マスク上で0.5μm幅)の第2の透明領域14a, 14bが補助パターンとして形成されており、第2の透明領域14a, 14b上には、位相差を180°生じさせるSiO<sub>2</sub>などの透明層15a, 15bが形成されている。

【0007】このフォトマスクを部分的コヒーレント光により透過照明し、レンズ系を通し、フォトレジストの塗布された半導体基板上に投影露光を行う。このとき、第2の透明領域14a, 14bは、寸法が小さいため解像されないが、第1の透明領域13からの光の広がりを抑え、より微細な孤立パターンが形成されるようになる。

【0008】また図5には、もう一つの従来例を示す。本実施例では、補助パターンである第2の透明領域14a, 14bの寸法は、解像限界以上になっている。しかし、そのかわりに補助パターンの第2の透明領域14a, 14b上の透明層15a, 15bに露光光に対する吸収を持たせ、補助パターンは解像しないようにしている。本従来例も、孤立パターンの周辺部に解像しない補助パターンを設けることにより、より微細な孤立パターンが形成できるようになっている。

## 【0009】

【発明が解決しようとする課題】この従来のフォトマスクにおいては、微細な孤立パターンを解像させるために、その周辺に解像しない補助パターンを形成する必要があり、そのためマスク製造が困難であったという問題があった。

【0010】例えば、1/5に縮小投影露光用の5倍マスク上では、解像限界以下の寸法の補助パターンとして一般に0.5μm幅のパターンを形成する。これが同一マスク上のほかの1.5μm以上のパターンと寸法が違いすぎるため、クロム等の遮光材料のエッチング工程において問題があった。すなわち、他の比較的大きなパターンに合せたエッチング条件では、微細な補助パターンが目的の寸法に形成できない。

【0011】また、一方、一定の光の吸収を持った透明層を用いる場合には、一定の光の吸収を持つだけでなく、光の位相差を180°としなければならない。また、レチクルに用いるためには膜安定性や、耐洗浄性など考えると、適当な材料が少ない、かつ膜の形成が困難であるという問題があった。例えば、通常用いられるSiO<sub>2</sub>系の膜ではほとんど吸収がなく、他の材料を検討

する必要がある。

【0012】本発明の目的は、解像すべき開口パターンのみを強調し、より微細なパターンまで解像できるフォトマスクおよび投影露光方法を提供することにある。

【0013】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、本発明に係るフォトマスクにおいては、透明基板上に、遮光領域と透明領域とからなるパターンを形成したフォトマスクであって、第1の透明領域周辺に、露光装

置の解像限界以上の寸法をもつ第2の透明領域を形成し、前記第1の透明領域及び第2の透明領域のどちらか一方に透明膜を形成し、前記第1の透明部と第2の透明部を透過する露光光に $120^\circ$ から $170^\circ$ あるいは $190^\circ$ から $270^\circ$ の位相差をもたせたものである。

【0014】また、本発明に係る投影露光方法においては、透明基板上に遮光領域と透明領域によるパターンが形成されたフォトマスクを部分的コヒーレント光により透過照明し、レンズ系を通してフォトマスク上のパターンを結像させる投影露光方法であって、上記フォトマスクを用いて、フォトマスクパターンの結像焦点位置を制御し、上記第1の透明領域に対応するパターンのみを解像させるものである。

【0015】

【作用】本発明は、遮光膜中に形成された透明部孤立パターンと、孤立パターンの周辺部分に形成された解像限界以上の寸法をもつ透明部補助パターンと、孤立パターンおよび補助パターンを透過する光に $120^\circ$ から $170^\circ$ あるいは $190^\circ$ から $270^\circ$ の位相差を生じさせる透明層とを備えたフォトマスクを構成し、前記フォトマスクを部分コヒーレント光により照明し、レンズ系を通し、フォトレジストの塗布された半導体基板上にフォトマスクパターンを投影露光し、この時焦点位置を特定範囲に制御することにより必要とするパターンのみ形成する。

【0016】

【実施例】次に本発明について図面を参照して説明する。

【0017】（実施例1）図1は、本発明の実施例1に係るフォトマスクを示す図であり、（a）は平面図、（b）は断面図である。

【0018】図において、石英基板1上のクロム層2に孤立パターンとしてホールパターン3を形成し、さらに、その周辺に4つの補助パターン4を形成してある。

【0019】補助パターン4には、 $\text{SiO}_2$ などの透明層5の膜を設け、位相差は $230^\circ$ となるように、その膜厚を設定する。

【0020】上記フォトマスクを用いて、フォトレジストの塗布された半導体基板上に部分的コヒーレント光により縮小投影露光を行った場合のフォーカス特性を図2に示す。ここでは、半導体基板を投影レンズより遠ざけ

る方向を焦点位置のプラス方向にとっている。

【0021】同図に示すように、焦点位置がマイナス方向にある場合は、補助パターンのみが解像され、逆にプラス方向にある場合は、ホールパターンのみが解像される。よって、焦点位置を同図中のcの領域内に制御することにより、ホールパターンのみを解像させることができる。

【0022】一般にこのような位相をシフトさせない部分とシフトさせた部分のフォーカス特性の違いは、パターン寸法が小さく、露光光の干渉性が高いほど大きくなる。

【0023】また、位相シフト量にも影響され、透明層5により与える位相差が $180^\circ$ よりずれているほど領域bは小さくなり、ホールパターン3のみが解像する同図中の領域cが広くとれる。

【0024】しかし、位相差が $180^\circ$ からずれすぎると、焦点位置によるパターンの寸法変化が大きくなり実用的でなくなる。したがって、位相差は $120^\circ$ から $170^\circ$ あるいは $190^\circ$ から $270^\circ$ が安定してホールパターン3のみを形成できる。

【0025】（実施例2）次に本発明に係るフォトマスクの実施例2について図を用いて説明する。図3（a）は、本発明のフォトマスクの平面図、同図（b）は縦断面図である。

【0026】本実施例においては、ホールパターン3、補助パターン4の間隔は無くなり、いわゆるエッジ強調型の位相シフトマスクとなっている。

【0027】例えば、 $\text{NA}=0.45$ 、コヒーレンスファクター $\sigma=0.3$ 縮小率5のi-線ステッパーを用いた場合、同図中のcを $1.0\mu\text{m}$ 、dを $3.0\mu\text{m}$ とし、透明層5の厚さを位相差が $220^\circ$ となるように設定する。このフォトマスクを用いて、焦点位置 $0.5\sim 1.5\mu\text{m}$ を与えることによりウェハー上に約 $0.3\mu\text{m}$ のホールを解像することができる。

【0028】本実施例では、従来の補助パターン方式に対してクロム層をパターンニングする際のデータが少ないという利点がある。また従来のエッジ強調方式の位相シフトマスクに対しては、クロムパターンと透明層パターンの重なりが広がっているため、クロム層と透明層の重ね合せ精度が悪くても良いという利点がある。

【0029】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、解像すべき開口パターンの周辺部に、それと同等程度の寸法をもつ補助的な開口パターンを形成し、かつ透明層を用いて、上記解像すべき開口パターンと上記補助的な開口パターンを透過する光を互いに $180^\circ$ 以外、好ましくは $120^\circ\sim 170^\circ$ あるいは $190^\circ\sim 270^\circ$ の位相差が生じるようにしてある。このとき解像すべき開口パターンと補助的な開口パターンの焦点位置による解像特性は反対になり、焦点位置を制御することにより、補助

5

的な開口パターンは解像させずに、解像すべき開口パターンのみを強調して解像することができ、より微細なパターンまで解像できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係るフォトマスクを示す図であり、(a)は平面図、(b)は縦断面図である。

【図2】本発明の投影露光方法によるフォトレジストに形成されるパターン寸法と焦点位置との関係の一例を示す図である。

【図3】本発明に係るフォトマスクの実施例2を示す図であり、(a)は平面図、(b)は縦断面図である。

【図4】従来の補助パターン方式位相シフト露光用フォトマスクの縦断面図である。

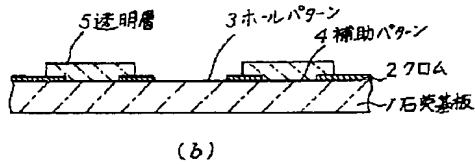
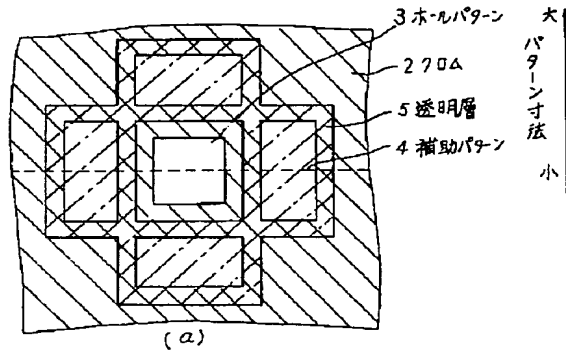
6

【図5】従来の補助パターン方式位相シフト露光用フォトマスクの縦断面図である。

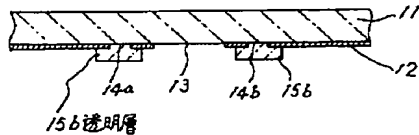
【符号の説明】

- 1 石英基板
- 2 クロム
- 3 ホールパターン
- 4 補助パターン
- 5 透明層
- 11 石英基板
- 12 遮光領域
- 13 第1の透明領域
- 14 第2の透明領域
- 15 透明層

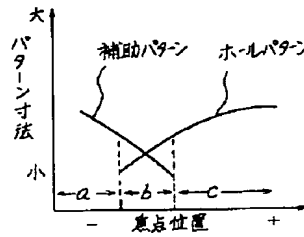
【図1】



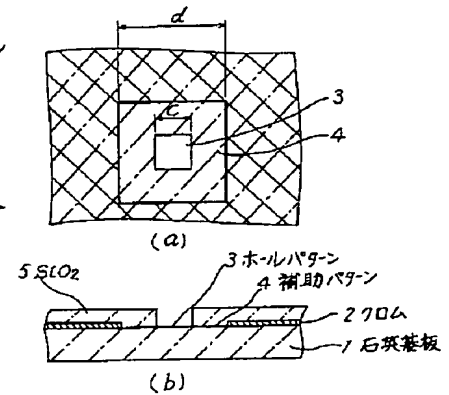
【図4】



【図2】



【図3】



【図5】

